

UDC 692.233

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-3-133-142>

შენობათა თბური დაცვის ძირითადი მახასიათებლები და ენერგოეფექტურობის შეფასება

მამული გრძელიშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო E-mail: mamuligrdzelishvili@gtu.ge
ალექსი კოპალიანი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო E-mail: kopianialeksi01@gtu.ge
რამაზ მუსერიძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო E-mail: museridzeramaz01@gtu.ge

რეცენზენტები:

ო. გიორგობიანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: o.giorgobiani@gtu.ge

გ. ბოკერია, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: bokeriavladimeri01@gtu.ge

ანოტაცია. შენობათა დაპროექტების დროს მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა თბური დაცვის მოთხოვნებს. ეს მოთხოვნები წარმოადგენს შენობების გარე და შიგა შემომზღუდვი კონსტრუქციების ერთობლიობის თბური დაცვის თვისებებს, რომლებიც უზრუნველყოფს შენობათა თბური ენერგიის მოხმარების განსაზღვრულ დონეს სათავსში ჰაერცვლის დასაშვებ ზღვრებში, ასევე მათ ჰაერშედწევადობას და ზედმეტი ტენიისაგან დაცვას, სათავსის მიკროკლიმატის ნორმირებული პარამეტრების პირობებში.

ში. შემომზღუდვი კონსტრუქციამ, გათბობის, ვენტილაციის და ჰაერის კონდიცირების სისტემებთან ერთად, უნდა უზრუნველყოს სათავსის მიკროკლიმატის მოცემული პარამეტრები ოპტიმალური ენერგომოხმარებით. შენობის თბური დაცვის უზრუნველყოფა უნდა მოხდეს შენობის გარსის თბოფიზიკური, თბოენერგეტიკული მახასიათებლების და გათბობის, ვენტილაციის და ჰაერის კონდიცირების სისტემების ოპტიმალური გადაწყვეტით.

შენობის თბური დაცვის ძირითადი მახასიათებლები, როგორც ელემენტური (ფაქტობრივი და სა-

ჭირო თერმული წინააღმდეგობები, თბური ინერცია, თბომდგრადობა, წყლის ორთქლის დიფუზია შემომზღუდ კონსტრუქციებში და მათი ტენიანობრივი რეჟიმი, ჰაერშედწევადობა და სხვ.), ისე კომპლექსური (შენობის შემომზღუდ კონსტრუქციების ხვედრითი თბური დაცვის მახასიათებელი და შენობის გათბობისა და ვენტილაციისათვის საჭირო თბური ენერგიის ხვედრითი ხარჯი) განისაზღვრება სამშენებლო კლიმატოლოგიაში კარგად ცნობილი გრადუს-დღეების რიცხვით. გათბობის პერიოდის გრადუს-დღეების ზამთრის პერიოდის სიმკაცრის და შენობის ენერგოეფექტურობის მახასიათებელია. იგი რიცხობრივი ნამრავლია სათავსის ჰაერსა და გათბობის პერიოდის საშუალო ტემპერატურებს შორის სხვაობისა და წლის განმავლობაში იმ დღეების რაოდენობისა, როდესაც საჭიროა შენობის გათბობა. გათბობის პერიოდის გარე ჰაერის საშუალო დღელამურ ტემპერატურად საქართველოში მიღებულია 8°C . რაც იმას ნიშნავს, რომ შენობის გათბობა უნდა დაიწყოს მაშინ, როდესაც გარემოს ტემპერატურა 8°C -ზე დაბლა დაიწევს. გარე ჰაერის ტემპერატურის ასე დაბალი მნიშვნელობის აღება არასწორია და შენობათა ენერგოეფექტურობის შეფასების დროს არასწორ შედეგებს იძლევა. ევროკავშირის არაერთ ქვეყანაში გათბობის პერიოდის საანგარიშო ზღვრულ ტემპერატურად 15°C -ია მიღებული, აშშ კი – 18°C . საქართველოშიც, ისევე როგორც ევროკავშირის მრავალ ქვეყანაში, გათბობის პერიოდის გარე ჰაერის საანგარიშო ზღვრულ ტემპერატურად მიზანშეწონილია 15°C -ის მიღება.

სტატიაში რეკომენდებულია სამშენებლო ნორმებში (СНИП) წარმოდგენილი საქართველოს რეგიონებისათვის გათბობის პერიოდის გარე ჰაერის საშუალო ტემპერატურები და ამ პერიოდის ხანგრძლივობა დღეებით, როდესაც გარე ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა 15°C -ზე ნაკლებია. საჭიროა, რომ შენობათა თბური დაცვის დაპროექტება და ენერგოეფექტურობის შეფასება სწორედ ამ პარამეტრების მიხედვით მოხდეს.

საკვანძო სიტყვები:

გათბობის პერიოდი; გრადუს-დღეები; თბოგადაცემა, ტემპერატურული რეჟიმი; თბომდგრადობა; თბური დაცვა; თბური ინერცია; თბური კუთრი მახასიათებელი; თერმული წინააღმდეგობა; ინფილტრაცია; სითბოსიცივის ხარჯები; ტენიანობრივი რეჟიმი; შემომზღუდ კონსტრუქცია; შენობის გარსი; ჰაერცვლა ჰაერშედწევადობა.

შესავალი

შენობის თბური დაცვა არის მისი შემადგენელი ელემენტების (კედლები, გადახურვა, იატაკი, შემინული ზედაპირები და ა.შ.) თბოფიზიკური და თბოენერგეტიკული მახასიათებლების ერთობლიობა, რომელიც სათავსის თბური რეჟიმიდან გამომდინარე უზრუნველყოფს შენობათა უსაფრთხო ექსპლუატაციას და განაპირობებს ენერგეტიკული რესურსების ეკონომიურ ხარჯვას.

შენობის თბური დაცვის დაპროექტება გულისხმობს ისეთი ძირითადი საკითხების შესწავლა-გადაწყვეტას როგორცაა:

– შემომზადებული კონსტრუქციის ბაზური და ფაქტობრივი თერმული წინააღმდეგობები და შესაბამისი თბოგადაცემის კოეფიციენტები;

– შემომზადებული კონსტრუქციების ტემპერატურულ-ტენიანობრივი რეჟიმები და მათი ჰაერშელწევადობა;

– შემომზადებული კონსტრუქციების თბომდგრადობა;

– შენობის თბური დაცვისა და გათბობა-ვენტილაციისათვის საჭირო თბური ენერგიის ხარჯის ხვედრითი მახასიათებლები.

ამ მოთხოვნებს თანამედროვე შენობები (იგულისხმება საქართველო) თითქმის ვერ აკმაყოფილებს. შენობის ძირითადი დანიშნულება შეინარჩუნოს კომფორტული ტემპერატურულ-ტენიანობრივი რეჟიმი წლის ნებისმიერ პერიოდში ნორმატიული და საკანონმდებლო აქტების არასრულყოფილების გამო შეუძლებელია. სამშენებლო კლიმატოლოგიის [1] მიხედვით ცივად ითვლება წლის ის პერიოდი, როდესაც მოცემული ადგილმდებარეობისათვის საშუალო დღელამური ტემპერატურა არის $\leq 8^{\circ}\text{C}$, თბილი პერიოდისათვის კი – $t_{\text{საშ.დღ.}} > 8^{\circ}\text{C}$; ზოგიერთი ტიპის შენობისათვის ეს ზღვრული ტემპერატურა 10°C -ის ტოლია. წლის ცივი პერიოდისათვის, ბუნებრივია, საჭიროა შენობის გათბობა. რაც უფრო მაღალია გრად.დღ რიცხვი მით უფრო მაღალია შენობის გარსის თბური დაცვის მახასიათებლები, შესაბამისად თბური ენერგიის მოხმარებაც.

ძირითადი ნაწილი

შენობის გათბობის სისტემის მოწყობის და შემომზადებული კონსტრუქციების თბური დაცვის მახასიათებლების დადგენის დროს ერთ-ერთი ძირითადი

მახასიათებელია ე.წ. გრად.დღ რიცხვი, რომელიც წარმოადგენს ერთგვარ თანაფარდობას სათავსის ჰაერის ტემპერატურასა და გათბობის პერიოდის გარე ჰაერის ტემპერატურას შორის. იგი გამოითვლება ფორმულით:

$$\text{გრად.დღ} = (t_{\text{ა}} - t_{\text{გ.პერ}}) \cdot Z, \quad (1)$$

სადაც: $t_{\text{ა}}$ არის სათავსის ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურა გათბობის პერიოდში და მისი მნიშვნელობა [2] სტანდარტის მიხედვით განისაზღვრება; საცხოვრებელი სახლისათვის $t_{\text{ა}} = 20^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{გ.პერ}}$ – გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურა გათბობის პერიოდისათვის, $^{\circ}\text{C}$. ქ. თბილისისათვის $t_{\text{გ.პერ}} = 4,1^{\circ}\text{C}$, როდესაც $t_{\text{გ}} \leq 8^{\circ}\text{C}$.

Z – გათბობის დღეების რაოდენობა წლის ცივ პერიოდში, ანუ გათბობის სეზონის ხანგრძლივობა დღეებით. ქ.თბილისისათვის იგი 121 დღის ტოლია. ე.ი. გათბობის სეზონის ხანგრძლივობად ქ.თბილისში მიიღება 121 დღე, ანუ 4 თვე, დაახლოებით დეკემბერი-მარტის პერიოდი. სინამდვილეში, გათბობის პერიოდი ქ. თბილისში მოიცავს ოქტომბერ-აპრილის პერიოდს. ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ გასული საუკუნის ნორმების მიხედვით გათბობის სისტემის ხანგრძლივობა ქ.თბილისში შეადგენდა 151 დღეს.

გათბობის პერიოდის ერთი თვით ხელოვნური შემცირება ენერგომოხმარების გაზრდა უფროა, ვიდრე შემცირება, ამიტომ თბური დაცვის დაპროექტების დროს საჭიროა კლიმატოლოგიური მონაცემების კორექტირება მათ ფაქტობრივ მნიშვნელობებამდე. შენობის თბური დაცვის მახასიათებლების შეფასების მიზნით მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში გამოიყენება გრად.-დღ ცნება. აშშ-ში გათბობის პერიოდის გრად.-დღ აღინიშნება HDD (heating

degree days), ხოლო გაცივების პერიოდის CDD (cooling degree days) და გამოითვლება ფორმულით:

$$HDD(ან CDD) = \sum_{i=1}^n (T_m - T_b) \quad (2)$$

სადაც T_m არის გარე ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა;

T_b – გარე ჰაერის ბაზური ტემპერატურა.

ე.ი. გათბობის პერიოდის გრად.დღ წარმოადგენს გარე ჰაერის საშუალო დღელამურ და ბაზურ აბსოლუტურ ტემპერატურებს შორის სხვაობის ნამრავლს იმ დღეების რიცხვზე, როდესაც ბაზური ტემპერატურა

$$T_b = 65^\circ F (18,3^\circ C).$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც გარე ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა ნაკლებია ბაზურ ტემპერატურაზე ($T_m < T_b$), მაშინ (2) ფორმულაში ბაზურ ტემპერატურას აკლდება საშუალო დღელამური ტემპერატურა და მიიღება გათბობის გრადუსდღეები (HDD), ხოლო, როდესაც ($T_m > T_b$), საშუალო დღელამურ ტემპერატურას აკლდება ბაზური ტემპერატურა და მიიღება გაცივების გრადუსდღეები (CDD).

დიდ ბრიტანეთსა და ევროკავშირის არაერთ ქვეყანაში გამოიყენება იგივე ფორმულა, იმ განსხვავებით, რომ ზღვრულ (ბაზურ) ტემპერატურად აქ აიღება $15,5^\circ C$. ე.ი. აშშ-ში გათბობის პერიოდად აიღება წლის ის პერიოდი, როდესაც გარე ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა $18^\circ C$ -ზე ნაკლებია, ევროკავშირის ქვეყნებში კი იგი $15^\circ C$ -ზე ნაკლებია. ევროკავშირის ზოგიერთ ქვეყანაში (ავსტრია, შვეიცარია, ლიხტენშტეინი) გარე ჰაერის საბაზისო (ზღვრულ) ტემპერატურად მიღებულია $12^\circ C$. საქართველოში, ისევე როგორც არაერთ ყოფილ საბჭოთა ქვეყანაში გარე ჰაერის საბაზისო (ზღვრული)

ტემპერატურები 8 ან $10^\circ C$ დაწესებულია შესაბამისი ნორმების [1] მიხედვით. ტემპერატურის ასეთი დაბალი მნიშვნელობები განპირობებულია ეკონომიკური მოსაზრებებით და არა კომფორტული პარამეტრების უზრუნველყოფის პირობებით. ეს ნორმა, რომელიც გასული საუკუნის 60-70-იანი წლებიდან მოდის და შედგენილია იმის გათვალისწინებით, რომ იმ პერიოდისათვის შენობის გათბობის სისტემების ავტომატური მართვის საშუალებებით აღჭურვის უზრუნველყოფა იყო შეუძლებელი. ითვლებოდა, რომ სათავსის ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურასა $20^\circ C$ და გარე ჰაერის ტემპერატურას $8^\circ C$ შორის სხვაობა იქნებოდა საყოფაცხოვრებო სითბოს მოდინებით კომპენსირებული, ნაწილობრივ კი მზის რადიაციით და შენობის მიერ აკუმულირებული სითბოს მოდინებით.

ასეთი მიდგომა არასწორია და საჭიროა მისი უგულებელყოფა. საქართველოში საბაზისო ზღვრულ ტემპერატურად ისევე, როგორც მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში მიღებულ უნდა იყოს $15^\circ C$. ე.ი. გათბობის პერიოდად უნდა ჩაითვალოს წლის ის პერიოდი, როდესაც გარე ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა იქნება $15^\circ C$, ანუ წლის ცივი პერიოდი იქნება $15^\circ C$ -მდე, ხოლო $15^\circ C$ ზემოთ – წლის თბილი პერიოდი.

ამ ტემპერატურული პირობებიდან გამომდინარე, ქ.თბილისისათვის გათბობის სეზონის ხანგრძლივობა იქნება გაცილებით მეტი, ვიდრე ამას ნორმები [1] გვთავაზობს. ამ ნორმების თანახმად საქართველოში თვეების მიხედვით ჰაერის საშუალო დღელამური და წლიური ტემპერატურები ნაჩვენებია 1-ელ ცხრილში

ჰერის საშუალო თვიური და წლიური ტემპერატურა, °C

ცხრილი 1

ქალაქი ადგილმდებარეობა	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლის	გათბობის პერიოდის	
														გარე ჰერის საანგარიშო ტემპერატურა $t_{\text{air}}, ^\circ\text{C}$	დღეების რაოდენობა Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ახალქალაქი	-6,6	-5,5	-1,4	5,2	9,7	12,6	15,8	15,5	12,0	6,8	1,6	-3,7	5,2	3,1	302
სტეფანწმინდა	-14,7	-14,5	-12,3	-7,6	-3,1	0,0	3,5	3,6	0,2	-4,4	-8,2	-12,1	-5,8	4,3	365
ჯერის უღელტეხილი	-10,5	-10,0	-6,9	-1,0	3,4	7,2	10,6	10,0	6,7	1,4	-3,1	-8,0	0,0	0,5	365
მამისონის უღელტეხილი	-11,6	-11,1	-8,7	-3,4	0,8	4,2	7,9	7,6	4,3	-1,0	-5,3	-9,4	-2,1	2,9	365
მესტია	-5,8	-3,9	0,0	5,8	10,6	13,6	16,9	15,9	11,9	6,7	1,5	-3,7	5,8	1,4	303
მთა-საბუეთი	-3,4	-2,8	0,3	6,1	10,4	13,5	16,0	15,9	12,7	7,7	3,3	0,9	6,6	5,5	302
ფოთი	5,8	6,7	8,8	12,6	16,4	20,3	22,7	22,8	19,8	15,5	11,5	7,9	14,2	8,9	181
საქარა	4,2	5,2	8,7	13,8	17,9	21,1	23,2	23,7	20,3	15,3	10,6	6,3	14,2	8,1	181
სამტრედია	5,1	6,2	9,1	13,7	17,7	21,0	23,0	23,0	21,1	15,5	11,1	7,1	14,5	8,7	181
თბილისი	2,1	3,3	7,4	13,2	17,8	21,6	24,8	24,1	20,0	13,8	8,5	4,2	13,4	7,5	212
თელავი	1,0	2,1	6,1	12,1	16,6	20,2	23,4	22,4	18,4	12,4	7,8	3,3	12,2	6,4	212
ცხინვალის	-1,0	0,1	4,0	9,0	14,3	17,7	20,6	20,3	16,5	10,8	5,8	1,3	10,0	5,5	243
ზორატი	-1,8	-0,4	4,1	10,3	15,3	19,4	22,9	22,1	17,8	11,1	5,7	0,8	10,6	5,2	212
გუდაუთა	6,1	6,8	8,8	12,9	16,7	20,5	23,0	23,1	20,0	15,6	11,8	8,2	14,5	9,1	181
ფსხუ	-1,3	0,4	3,9	9,3	13,7	16,7	19,6	18,8	14,7	9,4	4,8	0,4	9,2	5,8	273
სოხუმი	5,9	6,7	8,8	12,9	16,7	20,7	22,7	22,8	19,9	15,6	11,8	8,0	14,4	9	181
ბათუმი	7,1	7,3	9,4	11,9	16,4	20,4	22,8	23,0	20,2	16,0	12,3	9,3	14,6	9,4	181
ხულო	1,1	1,9	4,8	9,9	13,9	16,6	18,4	18,5	15,9	11,8	7,6	3,1	10,3	6,7	243

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, საქართველოს უმეტესი რეგიონისთვის გათბობის სეზონი ექვს და მეტ თვეს შეადგენს.

თუ გათბობის პერიოდად ჩავთვლით წლის ოქტომბერ-აპრილის მონაკვეთს, როდესაც გარე ჰაერის ტემპერატურა საბაზისო ტემპერატურაზე (15°C) ნაკლებია, მაშინ ქ.თბილისისათვის გათბობის პერიოდი იქნება 212 დღე, ხოლო წლის ცივი პერიოდისათვის გრადუს-დღეების რიცხვი (2) ფორმულის თანახმად იქნება:

$$\text{გრად.-დღე} = (20 - 7,5) \cdot 212 = 2650.$$

გრადუს-დღეების რიცხვის გაზრდა ერთი მხრივ გამოიწვევს შენობის თბური დატვირთვის გაზრდას, რომელიც შენობის თბური რეჟიმის უზრუნველყოფის პარამეტრების შესაბამისი იქნება, მეორე მხრივ კი გამოიწვევს შემომზღუდი კონსტრუქციების თბოტექნიკური მახასიათებლების გაუმჯობესებას.

მაგალითად, თუ შენობის გარე კედლის ბაზური თერმული წინააღმდეგობა, როდესაც გათბობის პერიოდის გრადუს-დღეებია 2000 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{დღე}$)/წელ, ტოლია $R_{0\text{კპ}} = 2,6 \text{ m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{ვტ}$.

შესაბამისად, ასეთი კედლის თბოგადაცემა $0,48 \text{ ვტ} / \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ -დან $0,39 \text{ ვტ} / \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ -მდე ანუ 20%-ით შემცირდება, რაც საბოლოო ჯამში შენობის თბური დატვირთვის შემცირებას და შესაბამისად ენერგოეფექტურობის გაზრდას გამოიწვევს.

(2) ფორმულის თანახმად ჩვენ მიერ დადგენილი სამშენებლო კლიმატოლოგიის ნორმებში [2] წარმოდგენილი საქართველოს რეგიონებისათვის გათბობის პერიოდის დღეების რაოდენობა Z და ამ პერიოდის საშუალო დღელამური საანგარიშო ტემ-

პერატურები, როდესაც მათი მნიშვნელობები საბაზისო (ზღვრულ) ტემპერატურაზე, 15°C -ზე, ნაკლებია (ცხრ.1, გრაფები 15, 16), რაც იმას ნიშნავს, რომ საქართველოში გათბობის სეზონი ევროკავშირის ქვეყნების ანალოგიურად უნდა იწყებოდეს, როდესაც გარე ჰაერის ტემპერატურა 15°C -ზე დაბლა დაიწევს. ამ მონაცემების საფუძველზე უნდა მოხდეს შენობის ძირითადი თბოფიზიკური პარამეტრების დადგენა და მისი ენერგოეფექტურობის შეფასება შენობისათვის ენერგოეფექტურობის სათანადო კლასის მინიჭების დროს. შენობის ენერგოეფექტურობის კლასის დადგენისას ერთ-ერთი ძირითადი მახასიათებელია გათბობისა და ვენტილაციისათვის საჭირო თბური ენერგიის ხვედრითი ხარჯი, რომელიც წარმოადგენს სითბოს იმ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა შენობის 1 m^3 მოცულობის გასათბობად 1 სთ-ის განმავლობაში, როდესაც ტემპერატურული სხვაობა შიგა და გარე ჰაერს შორის 1°C ტოლია. გასული საუკუნის ნორმების მიხედვით [3] გათბობის სისტემის დანიშნულება იყო შენობის სათავის თბური რეჟიმის უზრუნველყოფა, როდესაც გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურა ყველაზე ცივი ხუთდღიურის ტემპერატურამდე დაეცემოდა. ასეთი მიდგომით შენობის თბოდანაკარგების განსაზღვრა გათბობის მთელი პერიოდისათვის მიუღებელია, რადგანაც ამ პერიოდში შენობების ექსპლუატაციის რეჟიმები მნიშვნელოვნად განსხვავებულია. შენობის ენერგოეფექტურობის კლასის დადგენა ხდება არა თბური ენერგიის საანგარიშო ხარჯის, არამედ წლის განმავლობაში შენობის მიერ დაკარგული სითბოს რაოდენობის მიხედვით, $Q_{\text{კვტ.სთ/წელ}}$, რომელიც წარმოადგენს შენობის გარ-

სის ტრანსმისიური თბოდანაკარგებისა და სავენტ-
ლაციო ჰაერის შესატბობად საჭირო სითბოს რაოდენობების ჯამს. სითბოს ეს რაოდენობა მოცემულია დგილმდებარეობისათვის განისაზღვრება ფორმულით:

$$Q=0,024 \cdot V \cdot q_{\text{ვ}} \cdot \text{კვტ.სთ/წელ} \quad (3)$$

სადაც $q_{\text{ვ}}$ არის შენობის ხვედრითი (კუთრი) თბური მახასიათებელი, ვტ/მ³.°C და გვიჩვენებს სითბოს იმ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა შენობის 1მ³ მოცუ-

ლობაში 1°C ტემპერატურული სხვაობის უზრუნველსაყოფად შიგა და გარე ჰაერს შორის.

მე-2 და მე-3 ცხრილებში მოყვანილია სხვადასხვა ტიპის საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობების გათბობისა და ვენტილაციისათვის საჭირო თბური ენერგიის ხვედრითი მახასიათებელი.

მცირესართულიანი ერთბინიანი შენობის გათბობისა და ვენტილაციისათვის საჭირო თბური ენერგიის ხარჯის ნორმირებული (ბაზური) ხვედრითი მახასიათებელი, $q_{\text{გათ}}^{\text{საჭ}} \text{ ვტ/(მ}^3 \cdot \text{°C)}$

ცხრილი 2

შენობის ფართობი, მ2	სართულების რიცხვი			
	1	2	3	4
50	0,579	—	—	—
100	0,517	0,558	—	—
150	0,455	0,496	0,538	—
250	0,414	0,434	0,455	0,476
400	0,372	0,372	0,393	0,414
600	0,359	0,359	0,359	0,372
1000 და მეტი	0,336	0,336	0,336	0,336
შენიშვნა - შენობის გასათბობი ფართობის შუალედური მნიშვნელობებისათვის 50—1000 მ2 ფარგლებში $q_{\text{გათ}}^{\text{საჭ}} \text{ ვტ/(მ}^3 \cdot \text{°C)}$ სიდიდე უნდა განისაზღვროს ხაზობრივი ინტერპოლაციით				

შენობის გათბობისა და ვენტილაციისათვის საჭირო თბური ენერგიის ხარჯის ნორმირებული (ბაზური)

ხვედრითი მახასიათებელი, $q_{\text{გათ}}^{\text{საჭ}} \text{ ვტ/}(\text{მ}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

შენობის ტიპი	1	2	3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 და მეტი
1. მრავალბინიანი საცხოვრებელი, სასტუმროები, საერთო საცხოვრებლები	0,455	0,414	0,372	0,359	0,336	0,319	0,301	0,290
2. საზოგადოებრივი და საწარმოო, გარდა 3-6 პუნქტებში ჩამოთვლილებისა	0,487	0,440	0,417	0,371	0,359	0,342	0,324	0,311
3. პოლიკლინიკები და სამკურნალო დაწესებულებები, ინტერნატ-სახლები	0,394	0,382	0,371	0,359	0,348	0,336	0,324	0,311
4. სკოლამდელი ორგანიზაციები	0,521	0,521	0,521	—	—	—	—	—
5. სასერვისო მომსახურება, კულტურულ-გასართობი დაწესებულებები, ტექნოპარკები, საწყობები	0,266	0,255	0,243	0,232	0,232	—		
6. ადმინისტრაციული დანიშნულების (ოფისები)	0,417	0,394	0,382	0,313	0,278	0,255	0,232	0,232
შენიშვნა - რეგიონებისათვის გრად.დღ = 8000 და მეტი ნორმები მცირდება 5%-ით.								

შენობათა თბური დაცვის დაპროექტების დროს დაცული უნდა იყოს პირობა:

$$q_{\text{გათ}}^{\text{საანგ}} \leq q_{\text{გათ}}^{\text{საჭ}} \quad (4)$$

ე.ი. შენობის გათბობისა და ვენტილაციისათვის საჭირო თბური ენერგიის ხარჯის საანგარიშო ხვედრითი მახასიათებელი $q_{\text{გათ}}^{\text{საანგ}}$ უნდა იყოს ნაკლები ან ტოლი ნორმირებულ (ნორმებით გათვალისწინებულ) სიდიდეზე $q_{\text{გათ}}^{\text{საჭ}}$.

დასკვნა

შენობათა გათბობისა და ვენტილაციის სისტემებში თბური ენერგიის დაზოგვისა და ეკონომიური ხარჯვის მნიშვნელოვანი წინაპირობაა შენობის გარსის თბოფიზიკური და თბოენერგეტიკული მახასიათებლების საექსპლუატაციო პარამეტრების სწორად დადგენა. ამ სიდიდეებზე გავლენას ახდენს გათბობის პერიოდის ხანგრძლივობა და ამ პერიოდში გარე ჰაერის ტემპერატურის საშუალო დღე-

დამური ცვლილება, რომელიც მოცემული ადგილ- ქართველოს რეგიონებისათვის, რომლებიც სამშე-
მდებარეობის ე.წ. გრადუსდღეებით განისაზღვრე- ნებლო ნორმებშია წარმოდგენილი და ამ პარამეტ-
ბა. დამუშავებულია ამ პარამეტრების (გათბობის პე- რების გავლენა შენობათა თბური დაცვის მახა-
რიოდის ხანგრძლივობა და გრადუსდღეები) სა- სიათებლებზე.

ლიტერატურა

1. SNiP 23-01-99*. (2003). *Building climatology*. Moscow.
2. GOST 30494-2011. (2011). *Residential and public buildings: Microclimate parameters in premises*.
3. SNiP 2.04.05-91*. (1991). *Heating, ventilation and air conditioning*.
4. SP 50.13330.2024. (2024). *Thermal protection of buildings*.
5. *Construction technology of the building envelope*. (2022).
6. Grzelishvili, M., Kopaliani, A., & Musseridze, R. (2026). Transmission heat losses from non-uniform enclosing structures of buildings. *GTU Proceedings*, 11(539).

UDC 692.233

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-3-133-142>

Main Characteristics of Thermal Protection of Buildings and Energy Efficiency Improvement

Mamuli Grdzlishvili	Georgian Technical University, Faculty of Constraction, Professor, Georgia E-mail: mamuligrdzlishvili@gtu.ge
Alexi Kopaliani	Georgian Technical University, Faculty of Constraction, Professor, Georgia E-mail: kopalianialeksi01@gtu.ge
Ramaz Museridze	Georgian Technical University, Faculty of Constraction, Professor, Georgia E-mail: museridzeramaz01@gtu.ge

Reviewers:

- O. Giorgobiani**, Georgian Technical University, Faculty of Civil Engineering, Professor
E-mail: o.giorgobiani@gtu.ge
- V. Bokeria**, Georgian Technical University, Faculty of Civil Engineering, Professor
E-mail: bokeriavladimeri01@gtu.ge

Abstract. When designing buildings, significant attention is paid to the requirements for thermal protection. These requirements represent the thermal protection properties of the combination of external and internal

enclosing structures of buildings, which ensure a certain level of thermal energy consumption of buildings within the permissible limits of air exchange in the premises, as well as their air permeability and protection from excessive moisture, under the conditions of the standardized parameters of the microclimate of the premises. Enclosing structures, together with heating, ventilation and air conditioning systems, must ensure the given parameters of the microclimate of the premises with optimal energy consumption. Thermal protection of the building must be ensured by the optimal solution of the thermophysical, thermo-energetic characteristics of the building envelope and heating, ventilation and air conditioning systems.

The main characteristics of thermal protection of buildings, both elementary (actual and required thermal resistances, thermal inertia, thermal stability, water vapor diffusion in enclosing structures and their humidity regime, air permeability, etc.) and complex (specific thermal protection characteristic of enclosing structures of buildings and specific heat energy consumption required for heating and ventilation of buildings) are determined by the number of degree days, well known in construction climatology. Degree days of the heating period are a characteristic of the severity of the winter period and the energy efficiency of the building. It is a numerical product of the difference between the average temperatures of the indoor air and the heating period and the number of days during the year when the building needs to be heated. The average daily temperature of the outdoor air during the heating period in Georgia is 8°C. This means that the heating of the building should begin when the ambient temperature drops below 8°C. Taking such a low value of the outdoor air temperature is incorrect and gives incorrect results when assessing the energy efficiency of buildings. In a number of EU countries, the calculated maximum temperature for the heating period is 15°C, and in the USA it is 18°C. In Georgia, as in many EU countries, it is advisable to take 15°C as the calculated maximum temperature for the heating period.

The article recommends the average outdoor air temperatures of the heating period for the regions of Georgia presented in the construction norms (CHII) and the duration of this period in days, when the average daily temperature of the outdoor air is less than 15°C. It is necessary that the thermal protection of buildings and the assessment of energy efficiency be carried out correctly according to these parameters.

Keywords: Air exchange; Air permeability; Building envelope; Degree days; Enclosing structure; Heat and cold costs; Heat transfer; Heating period; Humidity regime; Infiltration; Temperature regime; Thermal inertia; Thermal protection; Thermal resistance; Thermal specific characteristic; Thermal stability.

განხილვის თარიღი 24.04.2026

შემოსვლის თარიღი 20.05.2026

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2026